

Inclusión de una mezcla alimenticia con lupino, vicia, linaza y trigo en el lacto reemplazante para terneros machos Holstein cruzados

Inclusion of a feed premix with lupine, vicia, flaxseed and wheat in the milk replacer for crossbred Holstein male calves

Manuel Paredes A.^{1,3}, Rubén Flores M.¹, Wilmer Bernal M.², Joe Mantilla O.²,
José Mantilla G.¹, Luis Vallejos F.¹

RESUMEN

Se evaluó la inclusión de una premezcla alimenticia de ingredientes no convencionales (PM-INC) en base a lupino, vicia, linaza y trigo como parte del lacto-reemplazante (LR). Se trabajó con 24 terneros machos Holstein cruzados recién nacidos, distribuidos en tres tratamientos: T1: leche entera (LE), T2 (LR-LDMC): LR con 80% leche descremada (LD) + 20% manteca de cerdo, T3 (LR-LDINC): LR con 75% LD + 25% PM-INC. La LE y LR fueron suministrados desde el inicio del experimento hasta el destete (ocho semanas), el alimento iniciador se suministró desde la segunda semana y de heno de alfalfa desde la sexta semana. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos para consumo de alimento, peso vivo, ganancias de peso, ni altura a la cruz. Sin embargo, se encontró un menor costo de ternero destetado por concepto de alimentación en el tratamiento LR-LDINC equivalente a S/. 13.37 menos respecto del tratamiento LE y S/. 13.51 menos respecto del tratamiento LR-LDMC. Se concluye que el ternero macho Holstein cruzado de la zona altoandina de Cajamarca responde satisfactoriamente al suministro de un LR conteniendo 75% LD + 25% PMINC en fase de cría durante 56 días.

Palabras clave: ternero macho, lacto-reemplazante, indicadores de crecimiento, alimentos vegetales, costos

¹ Departamento Académico de Ciencias Pecuarias, Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

² Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú

³ E-mail: mepaunc@gmail.com; mparedes@unc.edu.pe

Recibido: 3 de mayo de 2019

Aceptado para publicación: 6 de febrero de 2020

Publicado: 22 de junio de 2020

ABSTRACT

The inclusion of a pre-mix of unconventional ingredients (PM-INC) with lupine, vicia, flaxseed and wheat as part of milk replacer (LR) was evaluated. Twenty-four newborn Holstein male calves, distributed in three treatments were used: T1: whole milk (LE), T2 (LR-LDMC): LR with 80% skim milk (LD) + 20% lard, T3 (LR-LDINC): LR with 75% LD + 25% PM-INC. The LE and LR were supplied from birth to weaning (eight weeks), the starter feed was supplied from the second week and alfalfa hay from the sixth week. No significant differences were observed between treatments for feed consumption, ratio feed/gain, body weight, weight gain, or size. However, a lower cost of weaning calf was found for feeding in the LR-LDINC treatment equivalent to S/. 13.37 less with respect to the treatment LE and S/. 13.51 less with respect to the LR-LDMC treatment. It is concluded that, the Holstein male calf crossed from the high Andean area of Cajamarca satisfactorily responds to the ingest of an LR containing 75% LD + 25% PMINC, in the milk-feeding phase for 56 days.

Key words: male calf, milk replacer, growth performance, vegetable feeds, costs

INTRODUCCIÓN

La población bovina del Perú en 2012 fue de cinco millones de cabezas, de las cuales el 63.6% corresponde a ganado criollo y 10.2% a ganado Holstein (INEI, 2013). Teniendo en cuenta que al menos 50% de la población bovina Holstein son vacas, se puede deducir que anualmente nacen más de 100 000 crías machos, los cuales son separados tempranamente de su madre y que, en muchos casos, se convierten en descarte del establo lechero (Lecuona de Prat, 2012).

En el Perú, el precio de la leche fresca se ha mantenido estable por muchos años (Peruláctea, 2018). El uso de lacto-reemplazantes (LR) es muy limitado a diferencia de lo que sucede en países como Estados Unidos, donde más del 85% de las terneras de razas lecheras se alimentan con LR (USDA, 2012). Factores como el precio de la leche y el sistema productivo basado en pequeñas explotaciones lecheras y crianzas familiares, influyen sobre el manejo y destino de la leche fresca del establo. La leche se suministra de manera restringida a las terneras de reem-

plazo y el mayor volumen lácteo es comercializado, permitiendo al ganadero tener liquidez, con periodos de cobranza cortos. Esta situación hace poco viable destinar leche fresca a terneros machos con fines cárnicos, cuyo periodo de recuperación de la inversión sería luego de varios meses.

Por otro lado, el consumo de carne bovina en el Perú es de 6.0 kg/hab/año, lo cual es muy bajo comparado con los consumos de carne bovina en Latinoamérica (MINAGRI 2018). La producción de carne bovina en el país requiere de mayores esfuerzos. En otros países, los terneros Holstein Friesian (HF) están destinados a la producción de carne (Cozzi, 2007), donde los terneros son alimentados con un LR y pequeñas cantidades de forraje para sacrificarlos entre 5 y 6 meses de edad, con buena rentabilidad. Se tiene el ejemplo de algunos establecimientos italianos donde un ternero HF de 24 días tiene un valor de \$ 20.70 superior al de la ternera (Dal Zotto *et al.*, 2009), mientras que aquí ese ternero recién nacido solo alcanza el 10% del valor de la hembra, convirtiéndose en una sobrecarga económica.

Diversos trabajos de investigación demuestran el potencial de la crianza de terneros HF alimentados inicialmente con LR y después con ensilados, con el fin de obtener carne tipo ternera o llevarlos a una mayor edad para un proceso de engorde previo al beneficio (FEDNA, 2008; Lecuona de Prat, 2012; Del Palo *et al.*, 2013). Bruno *et al.* (2009), por otro lado, indican que el periodo de lactante equivale al 40% del costo total de engorde, sugiriendo el uso de leches de descartar y no más de 65 días de lactación.

El uso de LR es una estrategia alimenticia bastante utilizada en la ganadería intensiva, cuya formulación incluye ingredientes convencionales, derivados de leche como el suero de leche y la leche desnatada. Sin embargo, dependiendo del mercado, las proteínas derivadas de leche pueden ser costosas, determinando que las investigaciones se hayan centrado en encontrar fuentes de proteínas alternativas para los LR. Se han evaluado proteínas plasmáticas bovinas suplementadas con sus aminoácidos deficitarios (Vásquez *et al.*, 2017), proteína hidrolizada de trigo (Castro *et al.*, 2016), así como concentrados proteicos de soya y papa (Knaus *et al.*, 1994). Otras investigaciones tendientes a promover el mayor consumo de materia seca en el ternero neonato han conllevado a concentrar los sólidos totales del LR con ingredientes lácteos y de origen vegetal (Huang *et al.*, 2015; Azevedo *et al.*, 2016), lo cual ha permitido acortar el periodo de lactación.

Con la finalidad de contribuir a la mejora en el aprovechamiento de los becerros machos de razas lecheras, el presente trabajo se desarrolló evaluando terneros Holstein cruzados (HC) producidos en pequeños establecimientos productores de leche de la región andina del Perú, alimentados en su primera etapa de vida con un LR en base a leche descremada en polvo a la que se le incluyó una mezcla compuesta de alimentos vegetales locales como lupino, vicia, linaza y tri-

go, además de manteca de cerdo y carbonato de calcio, como fuentes importantes de grasa y calcio, respectivamente; y bajo un régimen alimenticio con mínimo suministro de alimento lácteo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales Experimentales

El experimento se realizó entre marzo de 2018 y febrero de 2019 en la Unidad Productiva de Ganado Lechero Combayo, supervisada por la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), ubicada en el distrito de La Encañada, Cajamarca, Perú, a una altitud de 3098 msnm. Los animales del estudio terneros procedían de 19 criadores ubicados en los centros poblados Polloc, Chanta y Combayo, nacieron en un lapso de 12 meses y fueron hijos de vacas Holstein cruzadas registradas en el programa libro abierto de la Asociación Holstein del Perú.

Se trabajó con 24 terneros, evaluados en grupos de tres (un ternero por tratamiento), considerando homogeneidad de pesos, características raciales, calidad de calostro consumido y edad (no mayor de tres días de nacidos). Los tratamientos fueron T1: leche entera (LE), T2: leche descremada en polvo más manteca de cerdo (LR-LDMC) y T3: leche descremada en polvo más ingredientes no convencionales (LR-LDINC), con ocho terneros por tratamiento.

Previo al inicio del experimento se evaluó el LR, incluyendo la premezcla de ingredientes no convencionales (PM-INC) en niveles de más de 50%, cuya ingesta fue rechazada por los terneros, por lo que solo se trabajó con un nivel de PM-INC en el LR. El Cuadro 1 ilustra la homogeneidad de los animales tras la asignación de terneros por tratamiento.

Cuadro 1. Medias \pm DE del peso, talla y temperatura corporal de los terneros Holstein cruzados al inicio del experimento, distribuidos con base a sus características corporales y calidad de calostro consumido

	LE	LR-LDMC	LR-LDINC
Número de terneros	8	8	8
Peso vivo (kg)	33.55 \pm 1.98	33.72 \pm 2.43	33.68 \pm 1.51
Talla (altura a la cruz) (cm)	74.07 \pm 1.81	74.50 \pm 1.84	74.47 \pm 1.60
Temperatura rectal (°C)	39.28 \pm 0.25	39.31 \pm 0.22	39.25 \pm 0.21
Distribución de terneros			
Peso corporal (kg)			
30-32	2	2	2
33-35	5	5	6
>de 36	1	1	0
Calidad de calostro			
>50 mg/ml de Ig G	5	5	5
30-50 mg/ml de Ig G	2	2	2
<30 mg/ml de Ig G	1	1	1
Color de pelaje			
Negros (>90% de capa)	1	1	1
Negros overos	3	3	3
Overos negros	3	3	3
Rojos overos	1	1	1

Alimentación

Los terneros recibieron el calostro en el establecimiento donde nacieron. Se tomó una muestra del primer ordeño para su análisis con un refractómetro de mano Atago Master Alfa. Los resultados indicaron que 15 tuvieron 22° Brix, 6 con 20-22° Brix y 3 con menos de 20° Brix, lo que equivale a concentraciones de IgG en rangos de calidad buena (>50 mg/ml de IgG), regular (30-50 mg/ml de IgG) y mala (<30 mg/ml de IgG), respectivamente,; es decir, el 62.5, 25.0 y 12.5%, según protocolo sugerido para el uso del refractómetro Brix como instrumento para evaluar la

calidad del calostro y sólidos de soluciones lácteas (Matamala , 2014; Floren *et al.*, 2016).

Después de recibir el calostro, los terneros fueron llevados al centro de investigación, donde se alojaron en corrales individuales de 1.1 x 0.8 x 1.2 m (largo x ancho x altura), con piso de paja de cebada. Los terneros fueron alimentados, según tratamiento solo con LE o LR dos veces al día desde el día 1 hasta el día 14 de vida. El agua estuvo disponible en todo momento y se reemplazó a diario. Las características nutricionales de la LE y los LR, así como la composición se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contenidos nutricionales de la leche fresca entera (LE), lacto reemplazantes (LR), leche descremada en polvo (LD) y premezcla de ingredientes no convencionales (PM-INC) utilizados en el experimento (en base seca)

Nutriente (%)	Tratamientos			LD ⁴	PM-INC ⁵
	LE ¹	LR-LDMC ²	LR-LDINC ³		
Materia seca	12.4	96.7	96.0	96.2	95.6
Lactosa	41.9	44.5	41.7	55.6	0
Grasa	26.3	20.7	5.0	0.8	17.7
Proteína	25.3	28.3	32.8	35.4	25.3
Cenizas	n.d.	6.5	7.2	8.2	4.6
Fibra cruda	0	0	1.6	0	6.3

¹ LE: Datos calculados a partir del análisis de ocho muestras de leche fresca mediante Lactichek Rapid Ultrasonic Milk

² LR-LDMC: Lacto-reemplazante formulado a base de 80% LD y 20% manteca de cerdo

³ LR-LDINC: Lacto-reemplazante formulado a base de 75% LD y 25% PM-INC

⁴ LD: Análisis que garantiza Dairy America en etiqueta del producto

⁵ PM-INC: Análisis proximal realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza

n.d.: No se determinó el contenido de cenizas de la LE

La premezcla se elaboró con harina de semilla cocida, lavada y tostada de lupino (*Lupinus mutabilis*), harina de semilla tostada de vicia andina (*Vicia sativa*, var. nigra), harina de semilla de linaza (*Linum usitatissimum*), harina de grano de trigo, manteca de cerdo criollo y carbonato de calcio. En el Cuadro 3 se muestra la fórmula alimenticia de la premezcla de ingredientes no convencionales (PM-INC) con la que se reconstituyó el LR-LDINC. El LR se preparó diariamente reconstituyéndose a razón de 125 g de LR por cada litro de solución, la que se mezcló a 60 °C y se suministró a temperatura de 39-40 °C. En el Cuadro 4 se muestra el régimen alimenticio durante las ocho semanas de evaluación, referido al suministro de LE y LR.

A partir del día 15 se ofreció un alimento iniciador comercial, producido por Agribrands (Purina Perú), quien garantiza un

contenido nutricional del alimento de 16% de proteína, 50% carbohidratos, 2% grasa, 1% Ca, 0.5% P y 88% de materia seca (MS). Cumplidas las seis semanas de evaluación se suministró heno de alfalfa (HA) con 89.2% de MS, 17.6% de PC y 25.4% de FC, según análisis efectuado en el laboratorio de control de alimentos de la UNC.

Se registró la temperatura ambiental mediante dos termómetros con función automática de memoria (Hacusa, China), colocados en lados opuestos del corral. Las temperaturas ambientales promediaron 13.0 ± 8.4 °C (media \pm SD) y oscilaron entre -2 y 23 °C durante el estudio.

Indicadores de Crecimiento

Las ingestas de LE y LR, iniciador y HA se registraron diariamente. Se estimó el consumo de MS por cada alimento y el con-

Cuadro 3. Composición (en base fresca) y costo (S/. Soles) de la premezcla de ingredientes no convencionales (PM-INC)

Ingredientes ¹	Cantidad (%)	Costo (S/.) / kg	
		Ingrediente	Premezcla
Harina de chocho (41.5% PC)	30	2.00	0.60
Harina de vicia (28.2% PC)	21	1.00	0.21
Harina de linaza (22.0% PC)	20	2.50	0.50
Harina de trigo (12.9% PC)	20	2.00	0.40
Manteca de cerdo	7.5	2.50	0.19
Carbonato de calcio	1.5	0.50	0.01
Costo por kg de premezcla			1.91

¹ Valores de proteína cruda (PC) determinados en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, según método AOAC 928.08

Cuadro 4. Cantidad diaria suministrada de leche entera (LE), lacto-reemplazantes (LR: LDMC y LDINC) y componentes de LR, según tratamientos y semana de lactación

Semana de lactación	LE		LR-LDMC ¹		LR-LDINC ²		
	L/ternero	g de LD ³	g de MC ⁴	L/ternero	g de LD	g de PM-INC ⁵	Litros/ternero
1	3	300	75	3	281	94	3
2	3	300	75	3	281	94	3
3	3	300	75	3	281	94	3
4	3	300	75	3	281	94	3
5	2	200	50	2	187	63	2
6	2	200	50	2	187	63	2
7	2	200	50	2	187	63	2
8	1	100	25	1	93	32	1

¹ LR-LDMC: Lacto reemplazante formulado a base de 80% LD y 20% manteca de cerdo

² LR-LDINC: Lacto reemplazante formulado a base de 75% LD y 25% PM-INC

³ LD: Leche descremada en polvo producida bajo la autoridad regulatoria de California del Departamento de Agricultura de América y distribuido por Dairy America

⁴ MC: Manteca de cerdo obtenida de la cocción de la grasa de cobertura del cerdo criollo cajamarquino

⁵ PM-INC: Premezcla de ingredientes no convencionales

sumo total de MS en promedio por ternero/día y durante todo el experimento. El peso de los terneros se realizó en una balanza con plataforma Henkel, capacidad 300 kg y precisión de 50 g, acondicionada con una jaula de madera de 90 x 60 x 80 cm. La altura a la cruz se midió con una regla de madera graduada milimétricamente con un dispositivo movable perpendicular con la que se ubicó la cruz. Los controles de peso y talla se realizaron semanalmente hasta el día 56. La ganancia media total (GMT) se calculó por diferencia entre el peso final y el peso inicial del ternero. La ganancia media diaria (GMD) se determinó considerando: (GMT/56 días). El ICA acumulado por ternero se determinó considerando: consumo de MS/GMT.

Costo de Alimentación

Se determinó el costo del litro de solución LR, teniendo en cuenta el precio del kg de LD en S/. 10.00 y los precios de los ingredientes y PM-INC indicados en el Cuadro 3. La leche tuvo un precio de S/. 1.20/L. Se añadió un 10% adicional al costo de los LR por el uso de mano de obra para su preparación. Así mismo, se determinó el costo por concepto de ingesta promedio de leche/ternero/etapa experimental.

Se determinó el costo de ingesta del concentrado iniciador, utilizando el dato promedio por ternero/etapa, al que se le multiplicó por el precio del kilogramo del iniciador, que fue de S/. 2.00. Del mismo modo se determinó el costo de la ingesta de HA, considerando el precio/kg de HA de S/. 1.10. Finalmente, se sumó el costo de los tres alimentos ingeridos, obteniéndose el costo promedio de alimentación de un ternero según los tratamientos en estudio.

Análisis Estadístico

Los datos de ingesta por cada alimento y total, el peso vivo semanal, GMT, GMD, ICA y talla se analizaron bajo un diseño completamente al azar con ocho repeticiones,

considerando los datos de un ternero como una repetición, mediante PROC MIXED del SAS (SAS, 2006). Los datos de consumo de LE o LR no fueron sometidos al análisis estadístico por cuanto el suministro de este alimento fue igual en volumen para los terneros de los tres tratamientos, donde además se estimó un consumo de sólidos totales, también similar. Las tendencias fueron consideradas en $0.10 \geq p > 0.05$. Los costos de alimentación fueron determinados con los datos de consumo y costos de los alimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de Alimento

Los consumos de alimento expresados en cantidades de MS de cada componente de la ración y total en promedio por cada ternero, según tratamientos y por semana se describen en el Cuadro 5. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en las cantidades de alimento ingerido ni para la ingesta total. En todos los tratamientos se suministró el mismo volumen de LE y LR con similares contenidos de sólidos totales, y los LR fueron consumidos sin rechazo; por tanto, la inclusión de la PM-INC no fue diferente al consumo de LR en comparación al de LR-LDMC o LE. Del mismo modo, no se vio afectado el consumo del iniciador en ninguna semana, ni el consumo de HA cuando se suministró en las tres últimas semanas de evaluación.

La ingesta de MS diaria de los terneros HC durante las dos primeras semanas está de acuerdo con lo sugerido por el NRC (2001) para terneros de 35 kg de PV y GMD de 200 g, con un consumo promedio de 0.47 kg de MS/día; sin embargo, al finalizar el experimento, los terneros tuvieron mayor consumo que lo indicado por NRC, y con menores pesos y GMD de los indicados por el NRC, posiblemente debido a que las recomendaciones nutricionales fueron dadas para terneros

Cuadro 5. Consumo promedio de materia seca (MS, g/día) de leche o lacto-reemplazante (LR), iniciador, heno de alfalfa y ración total por ternero según tratamientos¹ y por semana

Leche o LR	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LE	372	372	372	372	248	248	248	124
LR-LDMC	375	375	375	375	250	250	250	125
LR-LDINC	375	375	375	375	250	250	250	125
Iniciador								
LE		179.0	282.4	388.0	587.3	729.0	762.5	830.5
LR-LDMC		178.6	284.5	386.9	591.0	724.8	764.8	835.5
LR-LDINC		177.5	283.4	386.0	591.1	731.2	767.2	843.0
SEM		0.451	0.614	0.579	1.191	1.906	1.371	3.632
Heno de alfalfa								
LE						51.8	77.6	186.2
LR-LDMC						57.6	76.6	184.5
LR-LDINC						50.5	76.6	188.1
SEM						2.182	0.333	1.047
Consumo total								
LE	372.0	551.0	654.4	760.0	835.3	1028.8	1088.1	1140.7
LR-LDMC	375.0	553.6	659.5	761.9	841.0	1032.4	1091.4	1145.0
LR-LDINC	375.0	552.5	658.4	761.0	841.1	1031.7	1093.8	1156.1
SEM	1.000	0.754	1.550	0.549	1.917	1.102	1.652	4.681
P value								
Iniciador		0.934	0.894	0.924	0.769	0.684	0.869	0.474
Heno de alfalfa						0.127	0.876	0.658
Consumo total	0.904	0.875	0.683	0.976	0.781	0.865	0.649	0.368

LE: Tratamiento con leche entera con 12.4% de materia seca

LR-LDMC: Tratamiento con lacto-reemplazante (LR) con 12.5% MS formulado a base de 80% leche descremada y 20% manteca de cerdo

LR-LDINC: Tratamiento con LR con 12.5% MS formulado a base de 75% leche descremada y 25% pre mezcla con ingredientes no convencionales

SEM: Error estándar de la media

alimentados con LE o LR más concentrado iniciador, mientras que a los terneros del presente estudio se les incluyó HA en las tres últimas semanas antes del destete, el cual es un alimento fibroso, con marcadas diferencias nutricionales respecto del LR e inicia-

dor. El consumo de LE o LR del ternero HC fue diferente al indicado por Geiger *et al.* (2014), quienes suministraron 0.52-0.85 kg de MS/ternero/día de LR, mientras que Hill *et al.* (2016) también incrementaron el suministro de LR con 15% de sólidos, hasta 1.044 kg

Cuadro 6. Peso semanal, ganancia media total (GMT), ganancia media diaria (GMD) e índice de conversión alimenticia (ICA) de terneros Holstein cruzados según el tratamiento alimenticio

Tratamientos	Peso vivo por semana (kg)								GMT	GMD	ICA
	1	2	3	4	5	6	7	8	kg	kg	
LE ¹	35.12	39.44	40.76	42.00	42.13	43.91	44.98	46.75	13.20	0.236	3.41
LR-LDMC ²	35.45	38.18	40.63	41.14	42.42	43.82	44.93	46.51	12.79	0.228	3.54
LR-LDINC ³	34.94	37.47	39.51	41.10	41.81	42.21	43.88	46.01	12.33	0.220	3.67
SEM ⁴	0.15	0.574	0.399	0.294	0.177	0.553	0.359	0.217	0.251	0.004	0.075
P value ⁵	0.873	0.096	0.659	0.472	0.649	0.262	0.184	0.864	0.086	0.091	0.238

¹ Tratamiento con leche entera con 12.4% de materia seca

² Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 80% leche descremada más 20% manteca de cerdo

³ Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 75% leche descremada más 25% pre mezcla con ingredientes no convencionales

⁴ Error estándar de la media

⁵ Significancia estadística

de MS/ternero/día con y sin la inclusión de ácidos grasos funcionales en el LR y durante un periodo de lactación de 49 días.

Los resultados de la influencia de la inclusión de alimentos vegetales en el LR sobre la ingesta del alimento iniciador en la fase de lactación coinciden con lo encontrado por Raeth *et al.* (2016), quienes reemplazaron la proteína láctea del LR entre 30 y 50% con proteína de trigo y soya, con 25% de proteína de péptidos vegetales y con 25% de proteína proveniente de plasma animal; sin embargo, Dennis *et al.* (2018) encontraron que a mayor cantidad de LR ingerido el consumo de alimento iniciador fue menor, lo cual no sucedió en el presente estudio donde el consumo de LR y LE fue similar. Estos resultados permiten afirmar que la mezcla de lupino, vicia, trigo y linaza incluida en un 25% del LR no afecta el consumo posterior del concentrado iniciador en el ternero macho HC.

Crecimiento y Conversión Alimenticia

En el Cuadro 6 se muestra la evolución del peso semanal promedio, GMT, GMD e

ICA de los terneros evaluados según tratamientos y en la Figura 1 se observa el incremento de la talla de los terneros. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para los indicadores de crecimiento; sin embargo, existen tendencias ($p=0.096$) de mejor peso corporal en la segunda semana a favor del tratamiento LE. Del mismo modo se observó una mejor GMT y GMD a favor del tratamiento LE, seguido de LR-LDMC y con menor ganancia de peso los terneros del tratamiento LR-LDINC. Por otro lado, no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos para el ICA y talla final.

Se observan pesos iniciales y GMD de los terneros HC bastante cercanos a los reportados para terneros criollos (Macareno, 2008), pero al mismo tiempo se tiene cierta similitud, aunque en 10% inferior al peso de nacimiento de algunos genotipos de terneros Holstein criados en la región Cajamarca (Gutiérrez, 2000; Cotrina, 2009). Sin embargo, el peso final dista en 20% menos del peso que se reporta para terneros machos Holando

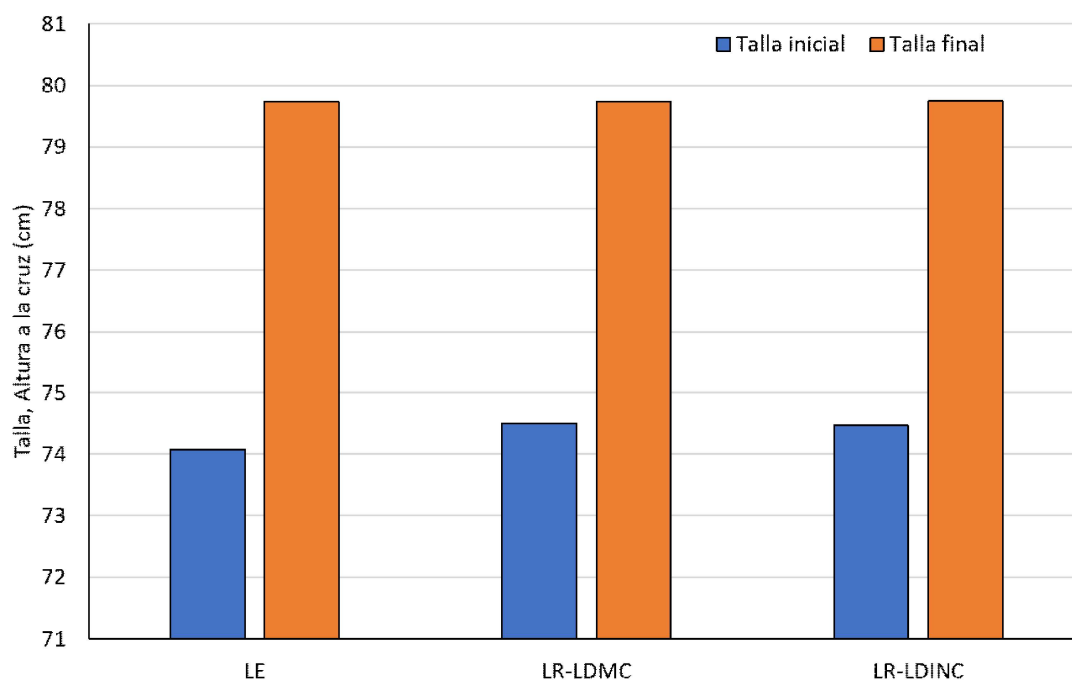


Figura 1. Talla inicial y final de terneros Holstein cruzados durante las primeras ocho semanas de edad alimentados con LE: leche entera, LR-LDMC: Leche descremada más manteca de cerdo y LR-LDINC: leche descremada más ingredientes no convencionales

Argentino destetados a los 65 días de edad (Bruno *et al.*, 2009). Dicha diferencia es mayor en 50% cuando se compara el peso de deteste de los terneros HC del presente estudio con el de terneros Holstein americanos de 56 días de edad (Raeth *et al.*, 2016; Dennis *et al.*, 2018; Amado *et al.*, 2019).

El ICA en los terneros HC estuvo por debajo del 1.85 y 2.34 reportado para terneros americanos (Hill *et al.*, 2016; Raeth *et al.*, 2016; Dennis *et al.*, 2018). El ICA de terneros criados en la zona del valle de Cajamarca (Gutiérrez, 2000; Cotrina, 2009) también resultaron ser mejores a los encontrados en el presente estudio. En cuanto a la talla, los terneros HC tuvieron un incremento de 4.98, 5.24 y 5.28 cm de altura a la cruz para los tratamientos LE, LR-LDMC y LR-LDINC, respectivamente, lo cual dista con lo reportado por Huang *et al.* (2015), quienes lograron incrementos de talla hasta de 10 cm

y tallas promedio de 82.8 cm en terneros Holstein de 63 días de edad, alimentados con LR conteniendo proteínas de soya, trigo, maní y arroz.

La diferencia en el contenido de macronutrientes de los LR y LE en estudio se observa en el Cuadro 4, y está dada por el déficit de grasa y mayor contenido proteico del LR-LDINC, lo que supone diferencias en los indicadores de crecimiento, debido a que la grasa de la leche es la fuente principal de energía para el ternero recién nacido. Sin embargo, no fue así en el presente estudio, pudiendo explicarse los resultados obtenidos en las adaptaciones metabólicas que se da en el organismo a partir de precursores gluconeogénicos del esqueleto carbonado de aminoácidos que mantienen concentraciones de glucosa equilibradas (Gil, 2017), por lo que el rendimiento de los terneros HC fue similar en los tres tratamientos. Esta respuesta po-

Cuadro 7. Costos de alimentación por ternero lactante Holstein cruzado bajo régimen alimenticio a base de leche entera (LE) o lacto-reemplazante (LR), alimento iniciador y heno de alfalfa (HA)

	LE	LR-LDMC	LR-LDINC
Costo/L de LE o LR (S/.)	1.20	1.20	1.10
Costo de leche descremada		1.00	0.94
Costo de manteca de cerdo		0.05	
Costo de premezcla de INC			0.06
Preparación de LR (10% adicional)		0.15	0.10
Consumo de LE o LR (L/ternero/fase)	133.00	133.00	133.00
Costo de LE o LR/ternero/fase (S/.)	159.60	159.60	145.93
Consumo de iniciador (kg/ternero/fase)	29.90	29.96	30.06
Costo de iniciador/ternero/fase (S/.)	59.80	59.92	60.12
Consumo de HA (kg/ternero/fase)	2.48	2.50	2.47
Costo de HA/ternero/fase (S/.)	2.73	2.75	2.72
Costo promedio de alimentación/ternero (S/.)	222.13	222.27	208.76

LE: Tratamiento con leche entera con 12.4% MS

LR-LDMC: Tratamiento con LR con 12.5% MS formulado a base de 80% leche descremada y 20% manteca de cerdo

LR-LDINC: Tratamiento con LR con 12.5% MS formulado a base de 75% leche descremada y 25% pre mezcla con ingredientes no convencionales

dría indicar que, en efecto, el LR-LDINC aportó proteína disponible para el aporte energético, toda vez que el planteamiento inicial de formular un LR con más proteína estuvo basado en el principio nutricional indicado por Pond *et al.* (2004), quienes sostienen que el aprovechamiento neto de proteínas (ANP) depende de la fuente alimenticia, así el suero de la leche y la leche deshidratada tienen un ANP de 82 y 75% respectivamente, mientras que la harina de linaza y el gluten de trigo solo tienen un ANP de 55.8 y 37%, respectivamente.

En este estudio, no se evaluaron terneros de genética cárnica, los cuales alcanzan una GMD en esta etapa de alrededor de 900 g (Liu *et al.*, 2015) ni se evaluaron terneros

Holstein de alto rendimiento, sino un animal Holstein con influencia de ganado criollo. No obstante, se pudo determinar que la inclusión de ingredientes alimenticios no convencionales en el LR no afectó el crecimiento de los terneros en comparación con aquellos que consumieron LE. Es así que, bajo estas condiciones de crianza y para este genotipo de terneros, la inclusión de una mezcla con lupino, vicia, linaza y trigo en 25% del LR en base a LD resulta alentador y sobre todo con un programa alimenticio en el cual se buscó el suministro mínimo de LE. Además, se debe considerar que no se presentaron disturbios gastrointestinales atribuibles a la inclusión de PM-INC.

El bajo desempeño de los terneros HC estuvo, además, relacionado con los bajos-

pesos al nacimiento, lo que no solo podría atribuirse al factor genético sino también al factor nutricional, por cuanto los terneros procedieron de vacas que al final de la gestación pastan sobre praderas nativas que resultan en insuficientes aportes de glucosa a la vaca y al feto, lo que afecta directamente al peso de la cría al nacimiento (McDonald *et al.*, 2010); sin embargo, el peso logrado de los terneros a los 56 días de crianza bajo condiciones altoandinas y régimen alimenticio propuesto en esta investigación se acerca al peso inicial de 50 kg que propone FEDNA (2008) como peso de entrada para iniciar la etapa de cebo de terneros machos de la raza Frisona hasta alcanzar los 480 kg de PV de salida.

Costos de Alimentación

En el Cuadro 7 se indican los costos de alimentación promedio por ternero lactante, según tratamientos. El costo del LE o LR fue menor en S/. 13.67 en el tratamiento LR-LDINC respecto de los tratamientos LE y LR-LDMC; sin embargo, el costo de alimento iniciador por ternero resulta más elevado en el tratamiento LR-LDINC en S/. 0.32 respecto del costo más bajo, lo cual no implica mayores variaciones en el costo total. Lo mismo sucede con las diferencias de costo en el consumo de HA que no sobrepasa los S/. 0.03 entre el mayor y menor costo. Estos costos de alimentación disgregados por tipo de alimento permiten que el costo total por concepto de alimentación del ternero en la fase de cría con suministro mínimo de LE o LR sea menor, precisamente a favor del tratamiento con LR-LDINC, lo cual estaría en concordancia con la reflexión que hace la FAO (2011) con relación al uso de LR en animales lactantes, para intentar reducir la alimentación de leche entera utilizando leche descremada suplementada con alimentación de arranque y buscando disminuir el uso de ingredientes lácteos en el LR.

Pese a ello, el costo de LE o LR representó el 71.85, 71.80 y 69.90% del costo de alimentación del ternero en lactación durante

56 días, respectivamente para los tratamientos LE, LR-LDMC y LR-LDINC, respectivamente, habiéndose logrado una mínima reducción del costo de alimento lácteo con la formulación de LR conteniendo principalmente lupino, vicia, linaza y trigo, en relación a un programa de lactación con suministro de LE, que expresado en unidades monetarias significa un ahorro de S/. 13.37 o 6.02% menos respecto del costo de alimentación del ternero en la fase de cría; asimismo, un ahorro de S/. 13.51 respecto del tratamiento LR-LDMC.

CONCLUSIONES

- El ternero macho Holstein cruzado de la zona altoandina de Cajamarca responde satisfactoriamente al suministro de un lacto-reemplazante conteniendo 75% leche descremada más 25% mezcla alimenticia de harina de semillas de lupino, vicia, linaza y trigo, no observándose diferencias en los indicadores de crecimiento respecto de los tratamientos con leche entera y leche descremada y manteca de cerdo.
- El suministro de un lacto-reemplazante conteniendo leche descremada más ingredientes no convencionales generó un 6% menos en costo de alimentación en fase de lactación durante 56 días respecto de los otros tratamientos.

LITERATURA CITADA

1. **Amado L, Berends H, Leal LN, Wilms J, Van Laar H, Gerrits WJJ, Martín-Tereso J. 2019.** Effect of energy source in calf milk replacer on performance, digestibility, and gut permeability in rearing calves. *J Dairy Sci* 102: 3994-4001. doi: 10.3168/jds.2018-15847
2. **Azevedo RA, Machado FS, Campos MM, Furini PM, Rufino SRA, Pereira LGR, Tomich TR, et al. 2016.** The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on

- feed intake and performance in dairy heifers. *J Dairy Sci* 99: 8018-8027. doi: 10.3168/jds.2015-10457
3. **Bruno JJ, Gange JM, Seró C, Vittone S, Otero G, Monje A, Geraci J. 2009.** Experiencia de engorde de terneros macho Holando. EEA INTA Concepción del Uruguay. Argentina. [Internet]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-experiencia-de-engorde-de-terneros-macho-holando.pdf>
4. **Castro JJ, Hwang GH, Saito A, Vermeire DA, Drackley JK. 2016.** Assessment of the effect of methionine supplementation and inclusion of hydrolyzed wheat protein in milk protein-based milk replacers on the performance of intensively fed Holstein calves. *J Dairy Sci* 99: 6324-6333. doi: 10.3168/jds.2015-10639.
5. **Cotrina W. 2009.** Estudio comparativo de dos programas de alimentación en terneras Holstein desde el nacimiento hasta el destete en el centro piloto demostrativo Polloquito Nuevo San José – Namora – Cajamarca. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Cajamarca, Perú: Univ. Nacional de Cajamarca. 91 p.
6. **Cozzi G. 2007.** Present situation and future challenges of beef cattle production in Italy and the role of the research. *Ital J Anim Sci* 6: 389-396. doi: 10.4081/ijas.2007.1s.389
7. **Dal Zotto R, Penasa M, De Marchi M, Cassandro M, López-Villalobos N, Bittante G. 2009.** Use of crossbreeding with beef bulls in dairy herds: effect on age, body weight, price, and market value of calves sold at livestock auctions. *J Anim Sci* 87: 3053-3059. doi: 10.2527/jas.2008-1620
8. **Dennis TS, Suarez-Mena FX, Hill TM, Quigley JD, Schlotterbeck RL, Hulbert L. 2018.** Effect of milk replacer feeding rate, age at weaning, and method of reducing milk replacer to weaning on digestion, performance, rumination, and activity in dairy calves to 4 months of age. *J Dairy Sci* 101: 268-278. doi: 10.3168/jds.2017-13692
9. **Del Palo P, Maggiolino A, Centoducati P, Tateo A. 2013.** Effects of two different packaging materials on veal calf meat quality and shelf life. *J Anim Sci* 91: 2920-2930. doi: 10.2527/jas2012-5292.
10. **FAO. 2011.** Rearing young ruminants on milk replacers and starter feeds. Animal Production and Health Division FAO, Rome, Italy. 82 p. [Internet]. Available in: <http://www.fao.org/3/i2439e/i2439e00.pdf>
11. **[FEDNA] Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2008.** Necesidades nutricionales para rumiantes de cebo. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. 54 p.
12. **Floren HK, Sisco WM, Crudo C, Moore DA. 2016.** Use of a digital and an optical Brix refractometer to estimate total solids in milk replacer solutions for calves. *J Dairy Sci* 99: 7517-7522. doi: 10.3168/jds.2015-10834
13. **Geiger AJ, Ward SH, Williams CC, Rude BJ, Cabrera CJ, Kalestch KN, Voelz BE. 2014.** Effects of increasing protein and energy in the milk replacer with or without direct-fed microbial supplementation on growth and performance of preweaned Holstein calves. *J Dairy Sci* 97: 7212-7219. doi: 10.3168/jds.2013-7000
14. **Gil A. 2017.** Tratado de nutrición. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. 3ª ed. Madrid: Panamericana. 644 p.
15. **Gutiérrez W. 2000.** Efecto de un plan alimenticio sobre el crecimiento de hembras Holstein Friesian, desde el nacimiento hasta un mes post destete. Tesis de Médico Veterinario. Cajamarca, Perú: Univ. Nacional de Cajamarca. 82 p.
16. **Hill TM, Quigley JD, Suarez-Mena FX, Bateman II HG, Schlotterbeck RL. 2016.** Effect of milk replacer feeding rate and functional fatty acids on dairy calf performance and digestion of nutrients. *J Dairy Sci* 99: 6352-6361. doi: 10.3168/jds.2015-10812

17. **Huang K, Tu Y, Si B, Xu G, Guo J, Guo F, Yang C, Diao Q. 2015.** Effects of protein sources for milk replacers on growth performance and serum biochemical indexes of suckling calves. *Anim Nutr* 1: 349-355. doi: 10.1016/j.aninu.-2015.11.012
18. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2013.** IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 47 p. [Internet]. Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/resultados.pdf>
19. **Knaus W, Wetscherek W, Lettner F. 1994.** Use of soy protein concentrate in combination with potato protein in milk replacers for veal calves. *Anim Feed Sci Tech* 48: 111-119. doi: 10.1016/0377-8401(94)90115-5
20. **Lecuona de Prat T. 2012.** Alternativa de aprovechamiento del ternero macho Holando argentino desechado en los tambos argentinos. Tesis de Ingeniero Industrial. Buenos Aires, Argentina: Instituto Tecnológico de Buenos Aires. 155 p.
21. **Liu T, Mays AR, Turner KE, Wu JP, Brown MA. 2015.** Relationships of milk yield and quality from six breed groups of beef cows to preweaning average daily gain of their calves. *J Anim Sci* 93: 1859-1864. doi: 10.2527/jas2014-8220
22. **McDonald P, Edwards R, Morgan CA, Greenhalgh JFD, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2010.** Animal nutrition. 7th ed. London: Pearson. 692 p.
23. **Macareno CF. 2008.** Determinación de la curva de crecimiento predestete en terneros de las razas criollas colombianas Romosinuano y Costeño con Cuernos en un hato del departamento de Córdoba. Trabajo de Grado. Colombia: Univ. La Salle. 119 p.
24. **Matamala N. 2014.** Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lechería de alta producción, medido a través de dos métodos. Tesis de Médico Veterinario. Chile: Univ. de Chile. 45 p.
25. **[MINAGRI]. Ministerio de Agricultura y Riego. 2018.** Situación Actual. Importancia de la crianza de vacunos para la producción de carne. [Internet]. Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/304-vacunos-de-doble-proposito>
26. **[NRC]. National Research Council. 2001.** Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Washington, USA: Natl Acad Press.
27. **Pond WG, Church DB, Pond KR, Schoknecht PA. 2004.** Basic animal nutrition and feeding. 5th ed. USA: Wiley. 608 p.
28. **Raeth M, Chester-Jones H, Ziegler D, Schimek D, Cook DL, Golombeski G, Grove AV. 2016.** Pre and postweaning performance and health of dairy calves fed milk replacers with differing protein sources. *Profess Anim Scientist* 32: 833-841. doi: 10.15232/pas.2016-01536
29. **SAS Institute Inc. 2006.** SAS/STAT User's Guide. Release 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
30. **[USDA] United States Department of Agriculture. 2012.** Dairy heifer raise. An overview of operations that specialize in raising dairy heifers. [Internet]. Available in: https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairyheifer11/HeiferRaiser_1.pdf
31. **Vasquez KM, Morrison SY, Campbell JM, Drackley JK. 2017.** Plasma protein and supplemental isoleucine in milk replacers for dairy calves. *J Dairy Sci* 100: 293-304. doi: 10.3168/jds.2016-11480.